

ÉTUDE PALÉOÉCOLOGIQUE DU SITE ARCHÉOLOGIQUE DE COLLETIÈRE-CHARAVINES (PALADRU, ISÈRE, FRANCE)

Jean-Claude DRUART

Institut de Limnologie, Station d'Hydrobiologie
Lacustre. I.N.R.A. BP 511. 74203 Thonon-les-Bains,
France.

RÉSUMÉ - Dans le cadre d'une étude pluridisciplinaire de Recherches en Sciences Humaines, une analyse des diatomées a été entreprise pour connaître l'évolution de la bathymétrie sur le lac de Paladru, plus précisément sur le site archéologique de Colletière-Charavines. 186 espèces représentant 31 genres différents ont été recensés dont deux espèces nouvelles décrites précédemment. Les résultats montrent un changement des flores diatomiques à l'An Mil, dû à un abaissement du niveau du lac à partir de cette époque. Les études menées conjointement sur les pollens et la sédimentologie confirment nos recherches.

ABSTRACT - As a part of a multidisciplinary research in Human Sciences, a Diatom analysis has been undertaken in order to determine bathymetric variations in Lake Paladru. This study has been made on the archeologic site of Colletière-Charavines. We made an inventory of 186 species out of 31 different genus. Two original species have been previously described. Results show a change in Diatom Flora around the year 1000, due to a sharp lowering of the level of the lake. Studies jointly led on pollens and sedimentology corroborate our results.

MOTS CLÉS : Lac de Paladru, site archéologique, Colletière, diatomées, taxonomie, paléoécologie, sédiment.

INTRODUCTION

L'étude des diatomées du site archéologique de Colletière-Charavines a été réalisée dans le cadre d'un programme pluridisciplinaire (programme pluriannuel de recherches en Sciences Humaines, Région Rhône-Alpes-CNRS), dirigé par Michel Colardelle (Colardelle *et al.*, sous presse).

Les études sédimentologique, paléontologique, (faune des vertébrés) et micropaléontologique (pollens, diatomées), ont été entreprises pour la

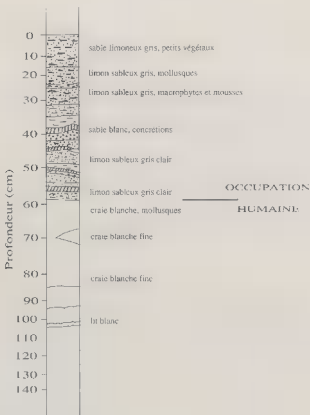


Fig. A : Carotte N° 1210 du site archéologique de Colletière-Charavines, montrant les séquences antérieure et postérieure à l'occupation humaine.

compréhension de l'Histoire du site de Colletière, mais aussi pour celle de tout le bassin versant du lac de Paladru. Plus précisément, l'analyse des diatomées devrait nous donner de précieux renseignements sur la bathymétrie, la qualité de l'eau du lac à cette époque (autour de l'An Mil). Ce sondage offre l'intérêt majeur de correspondre à une séquence continue de sédimentation lacustre antérieure et postérieure à l'occupation humaine (fig. A).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Sondage

Parmi les nombreux prélèvements effectués dans le site archéologique et dans ses alentours, une carotte (la plus représentative du site) a été choisie pour une étude pluridisciplinaire approfondie. Cette carotte N° 1210, longue de 150cm, a été extraite à 10m du rivage médiéval (sur le tombant) et par 6m de profondeur.

Echantillonnage et traitement des échantillons

Au laboratoire, la carotte est coupée en deux, longitudinalement. Des échantillons de 1cm³ sont prélevés à des intervalles variables, choisis en fonction des limites palynologiques, des structures sédimentaires visibles à l'œil nu, des changements lithologiques. En règle générale, ils sont distants de 2 à 4cm.

Après séchage et pesage de 1g de sédiment, chaque échantillon est traité et préparé suivant les méthodes décrites par GASSE (1975). Pour la détermination spécifique, l'usage du microscope électronique à balayage (JEOL JSM 35C) a parfois été nécessaire.

Comptage des diatomées

Pour les 50 échantillons analysés provenant du sondage 1210, au moins 500 valves de diatomées ont été comptées par niveau, sur une surface définie de la lame porte-objet. 186 espèces et variétés ont été identifiées, se regroupant en 31 genres (Tabl. I).

Détermination des espèces

Les déterminations ont été faites à partir d'ouvrages classiques tels que Germain (1981), Huber-Pestalozzi (1942), Krammer & Lange-Bertalot (1985, 1986, 1988), Lange-Bertalot & Krammer (1987, 1989), Patrick & Reimer (1966, 1975), Simonsen (1987) et Straub (1989).

RÉSULTATS

Inventaire systématique

L'étude taxonomique s'appuie sur les planches photographiques 1 à 7 qui illustrent 107 des espèces rencontrées, dont les espèces considérées comme nouvelles et décrites précédemment, par Druart & Straub (1988).

Tableau 1 : Liste de tous les taxons observés dans l'étude. Dans la mesure du possible, il est fait mention d'indications auto-écologiques: *Mode de vie* a, aérophile; b, benthique; c, épiphyte; l, littoral (périphytique sans précision sur le type de support); p, planctonique (d'après Gasse, 1980; Germain, 1981; Fabri & Leclerc, 1984; Straub, 1989).

<i>ACHNANTHES</i> Bory		<i>kuetzingiana</i> Thwaites	l,p
<i>affinis</i> Grun.		<i>kuetzingiana</i> var. <i>radiosa</i> Fricke	l,p
<i>binodis</i> Ehr.	l	<i>ocellata</i> Pantocsek	l,p
<i>clevei</i> Grun.	l,b,e	<i>plitvicensis</i> Hust.	p,l
<i>conspicua</i> A. Mayer	l,e	<i>stelligera</i> Cl. et Grun.	l,p
<i>exigua</i> Grun.	l	<i>wuethrichiana</i> Druart et Straub	l,p
<i>exigua</i> var. <i>heterovalva</i> Krasske	l	cf. <i>caspia</i> Grun.	l,p
<i>flexella</i> Kütz.	l,e	<i>CYMATOPLEURA</i> W. Smith	
<i>flexella</i> var. <i>alpestris</i> Brun	l,e	<i>elliptica</i> (Breb.) W. Sm.	l,p
<i>hauckiana</i> Grun.	l	<i>CYMBELLA</i> Agardh	
<i>lanceolata</i> (Breb.) Grun.	l,e	<i>affinis</i> Kütz.	l,e
<i>lanceolata</i> var. <i>rostrata</i> Hust.	l,e	<i>amphicephala</i> Naeg.	l,e
<i>minutissima</i> Kütz.	l,e	<i>aspera</i> (Ehr.) Cl.	l,e,a
<i>oestrupii</i> (Cl. E.) Hust.	l	<i>brehmii</i> Hust.	l,e
<i>rostrata</i> Oestrup	l	<i>caespitosa</i> (Hust.) Brun	l,e
<i>saxonica</i> Krasske	l	<i>cesatii</i> (Rabh.) Grun.	l,e,a
<i>trinodis</i> (W. Sm.) Grun.	l	<i>cistula</i> (Ehr.) Kirch.	l,e
cf. <i>austriaca</i> Hust.	l	<i>cymbiformis</i> Agardh	l
cf. <i>dani</i> Fogel	l	<i>delicatula</i> Kütz.	l,e
cf. <i>delicatula</i> Hust.	l,e	<i>ehrenbergii</i> Kütz.	l,e,b
<i>AMPHORA</i> Ehrenberg		<i>helvetica</i> Hust.	l,e
<i>inariensis</i> Krammer	l,e	<i>helvetica</i> var. <i>compacta</i> Cleve	l,e
<i>libyca</i> Ehr.	l,b,e	<i>helvetica</i> var. <i>curta</i> Hust.	l,e
<i>ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	l,b,e	<i>laevis</i> Naeg.	l,b
<i>pediculus</i> (Kütz.) Grun.	l,e	<i>lanceolata</i> (Ehr.) Kirch.	l
<i>thumensis</i> (Mayer) Cl. E.	l	<i>leptoceros</i> (Ehr.) Kütz.	l
<i>ANOMOEONEIS</i> Pfitzer		<i>microcephala</i> Grun.	l
<i>brachysira</i> (Breb.) Grun.	l	<i>minuta</i> Hilse	l
<i>vitrea</i> (Grun.) Ross	l	<i>prostrata</i> Berk.	l,a
cf. <i>styriaca</i> (Grun.) Hust.	l	<i>silesiaca</i> Bleisch	
<i>ASTERIONEIS</i> Hassel		<i>subaequalis</i> Grun.	
<i>formosa</i> Hassel	p	<i>subaequicillata</i> Grun.	
<i>CALONEIS</i> Cleve		sp.	
<i>bacillum</i> (Grun.) Cl.	l,b	<i>DENTICULA</i> Kützing	
<i>branderii</i> (Grun.) Krammer	l,b	<i>kuetzingii</i> Grun.	l,e
<i>silicula</i> (Ehr.) Cl.	l,b	<i>tenuis</i> Kütz.	l,e
<i>silicula</i> f. <i>peisonis</i> (Grun.) Hust.	l,b	<i>tenuis</i> var. <i>crassula</i> (Naeg.) Hust.	l
cf. <i>branderii</i> (Hust.) Krammer	l,b	<i>oblongella</i> (Naeg.) Cl. E.	l
<i>COCCONEIS</i> Ehrenberg		<i>DIPLONEIS</i> Ehrenberg	
<i>pediculus</i> Ehr.	l,e	<i>elliptica</i> (Kütz.) Cl.	l
<i>placentula</i> Ehr.	l,e	<i>oblongella</i> (Naeg.) Cl. E.	l
<i>placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Cl.	l,e	<i>ovalis</i> Kütz.	l
<i>pseudothumensis</i> Reichardt	l,e	<i>oculata</i> (Breb.) Cl.	l
<i>CYCLOTELLA</i> Kützing		<i>EPITHEMIA</i> Brébisson	
<i>bodanica</i> var. <i>borealis</i> A. Cl.	p,l	<i>adnata</i> (Kütz.) Breb.	
<i>comta</i> (Ehr.) Kütz.	p,l	<i>argus</i> (Ehr.) Kütz.	l,e
<i>costei</i> Druart et Straub	p,l	<i>goeppertiana</i> Hilse	

<i>smithii</i> Carruthers		<i>NAVICULA</i> Bory	
<i>sorex</i> Kütz.	l,e	<i>bacillum</i> Ehr.	l,b
<i>sorex</i> var. <i>saxonica</i> Kütz.	l,e	<i>cincta</i> (Ehr.) Ralfs	l,b
<i>EUNOTIA</i> Ehrenberg		<i>concentrica</i> Carter	l,b
<i>arcus</i> Kütz.	l	<i>decussis</i> Oestrup	l
<i>pectinalis</i> var. <i>undulata</i> (Ralfs)		<i>digitoradiata</i> (Greg.) Ralfs	l,b
Rabh.	l,a	<i>diluviana</i> Krasske	l,b
<i>praerupta</i> Ehr.	l,a	<i>elginensis</i> var. <i>cuneata</i> (M. Moll.)	
<i>FRAGILARIA</i> Lyngbye		Lange-Bertalot	l,b
<i>brevistriata</i> Grun.	l	<i>gottlandica</i> Grun.	l,b
<i>brevistriata</i> var. <i>elliptica</i> Herib.	l	<i>helensis</i> Schulz.	l,b
<i>brevistriata</i> var. <i>subcapitata</i> Grun.	l	<i>lanceolata</i> (C. Agardh) Ehr.	l,b
<i>capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (Kütz.)		<i>menisculus</i> Schum.	l,b
Lange-Bertalot	l	<i>minima</i> Grun.	l,b
<i>construens</i> (Ehr.) Grun.	l	<i>oblonga</i> Kütz.	l,b
<i>construens</i> var. <i>binodis</i> (Ehr.) Grun.	l	<i>phyllepta</i> Kütz.	l,b
<i>construens</i> var. <i>subsalina</i> Hust.	l	<i>pseudoanglica</i> Lange-Bertalot	l,b
<i>construens</i> var. <i>venter</i> (Ehr.) Grun.	l	<i>pseudobryophylla</i> Hust.	l,b
<i>elliptica</i> Schum.	l	<i>pupula</i> Kütz.	l,b
<i>intermedia</i> Grun.	l	<i>pupula</i> var. <i>capitata</i> f.	
<i>lapponica</i> Grun.	l	<i>rostrata</i> Hust.	l,b
<i>leptostauron</i> (Ehr.) Hust.	l	<i>pupula</i> var. <i>nyassensis</i> (O. Müll.)	
<i>leptostauron</i> var. <i>dubia</i> Grun.	l	Lange-Bertalot	l,b
<i>parastica</i> (W. Sm.) Grun.	e	<i>radiosa</i> Kütz.	l,b
<i>pinnata</i> Ehr.	l	<i>cryptotenella</i> Lange-Bertalot	l,b
<i>pinnata</i> f. <i>subrotunda</i> Meyer	l	<i>rhynchocephala</i> Kütz.	l,b
<i>pinnata</i> var. <i>lancettula</i> (Schum.) Hust.	l	<i>schoenfeldii</i> Hust.	l,b
<i>tabulata</i> var. <i>truncata</i> (Grev.)		<i>scutelloides</i> W. Sm.	l
Lange-Bertalot	l	<i>seminulum</i> Grun.	l,b
cf. <i>virescens</i> var. <i>elliptica</i> Hust.	l	<i>stroemii</i> Hust.	l,b
cf. <i>lapponica</i> Grun.	l	<i>subhamulata</i> Grun.	l,b
<i>FRUSTULIA</i> Agardh		<i>submuralis</i> Hust.	l,b
<i>vulgaris</i> Thwaites	l,b,a	<i>subrotunda</i> Hust.	l,b
<i>GOMPHONEMA</i> Agardh		<i>tripunctata</i> (O.F. Müll.) Bory	l,b
<i>acuminatum</i> Ehr.	l,e	<i>tuscula</i> (Ehr.) Grun.	l,b
<i>angustatum</i> (Kütz.) Rabh.	l,e	<i>viridula</i> (Kütz.) Ehr.	l,b
<i>angustum</i> Agardh	l,e	<i>vulpina</i> Kütz.	l,b
<i>clavatum</i> Ehr.	l,e	cf. <i>margalithii</i> Lange-Bertalot	l,b
<i>constrictum</i> Ehr.	l,e	sp.	
<i>gracile</i> Ehr.	l,e	<i>NEIDIUM</i> Pfitzer	
<i>minutum</i> (Agardh) Agardh	l,e	<i>dubium</i> (Ehr.) Cl.	l,b
<i>olivaceum</i> (Horn.) Breb.	l,e	<i>iridis</i> (Ehr.) Cl.	l,b
<i>parvulum</i> (Kütz.) Grun.	l,e	<i>hercynicum</i> A. Mayer	l,b
<i>tergestinum</i> Fricke	l,e	<i>NITZSCHIA</i> Hassel	
<i>truncatum</i> Ehr.	l,e	<i>amphibia</i> Grun.	l,p
<i>HANTZSCHIA</i> Grunow		<i>denticula</i> Grun.	l
<i>amphioxys</i> (Ehr.) Grun.	l,a	<i>palea</i> (Kütz.) W. Sm.	l,p
<i>MASTOGLAIA</i> Thwaites		<i>sinuata</i> var. <i>tabellaria</i> (Grun.) Grun.	l
<i>muraldii</i> Voight	l,e,a	cf. <i>fonticola</i> Grun.	l
<i>MELOSIRA</i> Agardh		cf. <i>linearis</i> (Agardh) W. Sm.	l,a
<i>ambigua</i> O. Müll.	p	sp.	
<i>MERIDION</i> Agardh		<i>OPEPHORA</i> Petit	
<i>circulare</i> Agardh		<i>martyi</i> Herb.	

<i>PINNULARIA</i> Ehrenberg		<i>alpinus</i> Hust.	p
<i>major</i> (Kütz.) Cl.	1	<i>neoastraea</i> Hakansson et Hickel	p
sp.		cf <i>parvus</i> Stoermer et Hakansson	p
<i>RHOPALODIA</i> O. Müller		<i>SURIRELLA</i> Turpin	
<i>gibba</i> (Ehr.) Müller	1,e	<i>biseriata</i> Breb.	p
<i>gibba</i> var. <i>paralleta</i> (Grun.) H. et M. Per.	1,e	<i>SYNEDRA</i> Ehrenberg	
<i>STAURONEIS</i> Ehrenberg		<i>acus</i> var. <i>angustissima</i> Grun.	p
<i>anceps</i> Ehr.	1	<i>ulna</i> (Nitzsch) Ehr.	1,e,p
<i>nobilis</i> Schum.	1	<i>spathulifera</i> Grun.	1,e
<i>phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehr.	1	<i>TABELLARIA</i> Ehrenberg	
<i>STEPHANODISCUS</i> Ehrenberg		<i>fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.	1,p
		<i>flocculosa</i> (Roth.) Kütz.	1,p

La flore recensée est très variée. Six genres abondants (tabl. II) représentent des espèces typiques du périphyton et, ou du benthos littoral (*Navicula*, *Cymbella*, *Achnanthes*, et *Gomphonema*) ou ubiquistes lacustres (*Fragilaria* et *Cyclotella*). Quelques genres planctoniques (*Asterionella*, *Stephanodiscus* et *Tabellaria*) sont également présents.

Dans cette flore, 42 espèces et variétés apparaissent au moins une fois dans un échantillon, avec une fréquence relative égale ou supérieure à 5%. L'interprétation peut être établie uniquement sur ces espèces dominantes. 75 espèces sont accompagnantes dans les assemblages à des taux compris entre 1 et 4,9%. Les reconstitutions quantitatives diatomiques tiennent compte de ces espèces. Enfin, 69 taxons sont accidentels et ne donnent lieu à aucune interprétation sur la nature du milieu.

L'analyse du tableau II nous montre qu'il y a pratiquement le même nombre de taxons dans les deux parties du sondage étudié (b et c). Par contre le nombre d'espèces, de variétés et de formes est nettement plus important dans la partie supérieure de la carotte. La différence provient du grand nombre d'espèces littorales ou benthiques (*Fragilaria*, *Navicula* et *Achnanthes* entre autres) qui colonisent ces niveaux supérieurs se situant sous une faible bathymétrie (Tabl. I). En outre les taxons typiquement planctoniques sont très faiblement représentés.

Tableau II: Nombre d'espèces, variétés et formes de chaque taxon (a: sur toute la carotte; b: à partir de l'occupation humaine; c: avant l'occupation humaine).

	(a)	(b)	(c)
<i>Navicula</i>	35	32	4
<i>Cymbella</i>	22	11	14
<i>Fragilaria</i>	20	18	4
<i>Achnanthes</i>	19	18	2
<i>Gamphonema</i>	11	8	5
<i>Cyclotella</i>	10	8	6
<i>Caloneis</i>	6	5	1
<i>Epithemia</i>	6	2	5
<i>Nitzschia</i>	7	6	1
<i>Amphora</i>	5	5	2
<i>Cocconeis</i>	4	3	4
<i>Denticula</i>	4	3	2
<i>Diploneis</i>	4	3	1
<i>Anomoconeis</i>	3	2	1
<i>Eunoria</i>	3	2	2
<i>Stauroneis</i>	3	3	0
<i>Stephanodiscus</i>	3	1	2
<i>Synedra</i>	3	2	3
<i>Neidium</i>	3	2	0
<i>Tabellaria</i>	2	2	0
<i>Pinnularia</i>	2	2	0
<i>Rhopalodia</i>	2	0	2
<i>Asterionella</i>	1	0	1
<i>Cymatopleura</i>	1	0	1
<i>Frustulia</i>	1	0	1
<i>Hantzschia</i>	1	1	0
<i>Mastogloia</i>	1	1	1
<i>Melosira</i>	1	1	0
<i>Meridion</i>	1	1	0
<i>Opephora</i>	1	0	1
<i>Surirella</i>	1	0	1
Nbre de taxons	31	25	24
Nbre d'espèces, variétés et formes	186	140	67

DISCUSSION

Le sondage 1210 du site archéologique de Colletière-Charavines, montre deux phases très distinctes de sédimentation (fig. A). La première (-148 à -60cm), présente une sédimentation très régulière de craie fine et blanche. C'est la séquence antérieure à l'occupation humaine de Colletière. La

deuxième (-58 à la surface), présente une sédimentologie très variée. Elle correspond à la phase d'occupation du site archéologique jusqu'à nos jours.

L'étude des diatomées corrobore dans une large mesure les indications fournies par la sédimentologie (Brochier & Druart, sous presse). Aux deux phases visibles sur la carotte, correspondent des assemblages très différents de diatomées.

A - PHASE I : (Niveau -148cm à -60cm)

- **Le faciès sédimentaire:** le sédiment est une craie blanche très fine avec mollusques vers le haut, interrompue par un niveau plus blanc à -103cm.

- **La végétation diatomique:** elle est homogène et peu diversifiée. La teneur en *Cyclotelles* est toujours supérieure à 75% (fig. B). L'espèce dominante est *Cyclotella costei*. Cette petite diatomée que nous avons découverte pour la première fois dans les sédiments du lac de Paladru (Druart & Straub, 1988), semble s'apparenter au point de vue écologique à d'autres espèces du

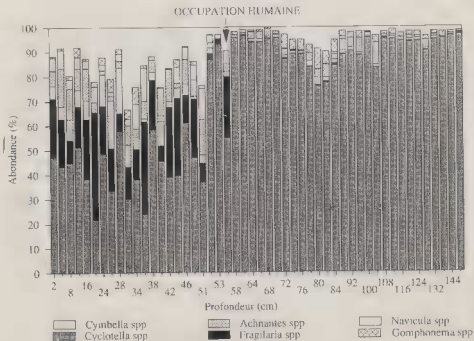


Fig. B: Variation de l'abondance des principales espèces de diatomées en pourcentage du peuplement total dans la carotte 1210 de Colletière-Charavines.

genre, telles *Cyclotella comensis*, *C. tecta*, *C. wuethrichiana*, etc... Des végétations dominées à tel point par *Cyclotella*, me paraissent plutôt pélagiques bien qu'il s'agisse d'espèces pouvant très bien se développer aussi sur le littoral.

Accessoirement, des *Gomphonema* et des *Achnanthes* accompagnent ces diatomées (10 et 5%), provenant des berges du lac ou de rivières s'y jetant.

- **Le paléoenvironnement**: le lac est étendu et assez profond (les espèces périphytiques sont très mal représentées). L'importance des *Cyclotella* spp. le confirme malgré la rareté des autres espèces planctoniques.

Dans les niveaux -68 à -64cm, correspondant à un lit très blanc et qui reflète une précipitation accélérée des carbonates des eaux (provoquée sans doute par un réchauffement du climat), on remarque une diminution significative du nombre de diatomées qui passe de plus de 500 à 320 environ (par unité de surface comptée) (fig. C). Ce phénomène peut-être interprété de façons différentes et contradictoires:

- Une forte précipitation des carbonates a simplement perturbé le développement des diatomées et leur sédimentation.

- La décarbonation n'a pas eu de conséquence grave sur le développement des diatomées et, dans ce cas, c'est un phénomène bathymétrique qui en réduit le nombre.

Pour notre part, nous pensons qu'il s'agit plus d'un problème climatique (réchauffement) que bathymétrique, car le cortège d'espèces accompagnant *Cyclotella costei* caractérise un milieu encore relativement profond et calme.

B - PHASE II : (niveau -58 à la surface).

- **Le faciès sédimentaire** : le sédiment est beaucoup plus organique et très varvé. Il est composé de sable et de limon plus ou moins riches en mollusques, mousses, macrophytes et petits végétaux. Il est typique de berges lacustres exondées ou noyées sous très peu d'eau.

- **La végétation diatomique** : Le genre *Cyclotella* reste prédominant (entre 25 et 60%) avec *Cyclotella costei*. Les diatomées littorales prennent de l'importance: *Fragilaria* (jusqu'à 40%) ainsi que *Cymbella*, *Achnanthes*, *Navicula* et *Gomphonema*. Les autres genres ne sont qu'accompagnants. Les diatomées planctoniques sont peu présentes.

- **Le paléoenvironnement** : L'importance des espèces périphytiques et la chute brutale du nombre des diatomées (fig. C) rencontrée dans cette phase, indique un rapprochement du rivage c'est-à-dire un abaissement du niveau du lac. Ceci est en accord avec l'arrivée des éléments organiques (macrophytes, mousses, matière organique fine, etc...) et décrit par ailleurs dans l'étude sédimentologique (Brochier & Druart, sous presse).

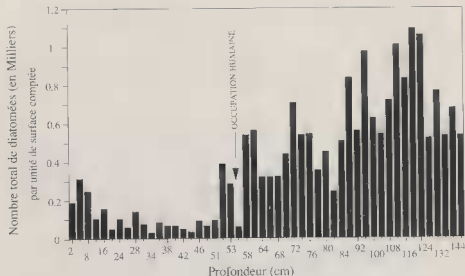


Fig. C : Variation de l'abondance des frustules de diatomées dans la carotte 1210 de Colletière-Charavines.

CONCLUSION

L'analyse des diatomées nous permet de mieux appréhender les événements qui se sont produits autour de l'An Mil à Colletière-Charavines. La modification importante intervenue dans le sondage 1210 à partir de -56cm correspond à une rupture de l'équilibre écologique à cette époque due principalement à un abaissement brutal du lac (qui n'a jamais retrouvé son niveau d'avant l'An Mil). Cet événement a permis la première installation des hommes sur le site, et a amplifié cette modification du milieu en permettant le développement de certaines diatomées favorisé par les activités humaines.

REMERCIEMENTS

Je remercie vivement Monsieur François Straub de la Chaux-de-Fonds pour ses nombreux conseils; le Professeur Jacques Dubochet du Centre de Microscopie électronique de Lausanne, qui m'a facilité l'utilisation des appareillages ainsi que tous les membres de l'équipe pluridisciplinaire du programme de recherches sur Charavines pour leurs différentes collaborations.

REFERENCES

- BROCHIER J.L. & DRUART J.C. (sous presse) - Le milieu lacustre. In *La formation d'un Terroir du XIème Siècle: les habitats et Mottes castrales du lac de Paladru (Isère) dans leur contexte écologique*. Paris, Colardelle.
- DRUART J.C. & STRAUB F., 1988 - Description de deux nouvelles Cyclotelles (Bacillariophyceae) de milieux alcalins et eutrophes: *Cyclotella costei* nov. sp. et *Cyclotella wuethrichiana* nov. sp. *Schweiz. Z. Hydrol.* 50,2: 182-188.
- FABRI R. & LECLERCQ L., 1984 - *Etude écologique des rivières du nord du massif Ardennais (Belgique): flore et végétation de diatomées et physico-chimie des eaux*. Thèse Univ. Liège, I: 379p., 33pl.; II: 329p.; III: 1-201.
- GASSE F., 1975 - *L'évolution des lacs de l'Afar Central (Ethiopie et T.F.A.L.) du Plio-Pleistocène à l'Actuel. Reconstitution des paléomilieux lacustres à partir de l'étude des Diatomées*. Thèse Univ. Paris, I: 1-406; II: 1-103; III: 59pl.
- GASSE F., 1980 - Les diatomées lacustres Plio-Pleistocènes du Gadeb (Ethiopie). Systématique, Paléoécologie, Biostratigraphie. *Rev. Algol. Mém. hors série N° 3*: 1-249.
- GERMAIN H., 1981 - *Flore des diatomées*. Paris, Boubée, 441p.
- HUBER-PESTALOZZI G., 1942 - Das Phytoplankton des Süßwassers. *Binnengewässer* 14 (2,2): 1-549.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1985 - *Naviculaceae*. Stuttgart, Cramer, 230p.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1986 - *Bacillariophyceae*. 2/1. Stuttgart, G. Fischer Verlag, 876p.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1988 - *Bacillariophyceae* 2/2: *Naviculaceae*. Stuttgart, G. Fischer Verlag, 596p.
- LANGE-BERTALOT H. & KRAMMER K., 1987 - *Bacillariophyceae*. *Biblioth. Diatomologica* 15: 1-289, 62 pl.
- PATRICK R. & REIMER Ch., 1966 - The diatoms of the United States. Vol. 1, *Monographs of the Acad. Nat. Sci. of Philadelphia*, 13: 1-688.
- PATRICK R. & REIMER Ch., 1975 - The diatoms of the United States. Vol. II, *Monographs of the Acad. Nat. Sci. of Philadelphia*, 13: 1-213.
- STRUB F., 1989 - *Application de l'écologie des diatomées littorales de lacs carbonatés à la reconstitution des environnements préhistoriques d'un site archéologique: Hauterive-Champréveyres (Lac de Neuchâtel)*. Thèse Univ. Neuchâtel, 207p.

LEGENDES DES PLANCHES

(le trait placé à côté de chaque figure représente 10 micromètres, sauf indication contraire).

Planche 1: 1: *Achnanthes exigua* var. *heterovalva* Krasske. 2: *Achnanthes clevei* Grun. Hypovalve. 3: *Achnanthe conspicua* A. Mayer. 4: *Achnanthes lanceolata* var. *rostrata* Hust. Hypovalve. 5: *Achnanthes lanceolata* var. *rostrata* Hust., Epivalve. 6: *Achnanthes flexella* (Kütz.) Brun., Hypovalve. 7: *Achnanthes flexella* (Kütz.) Brun. Hypovalve. 7: *Achnanthes flexella* (Kütz.) Brun., Epivalve. 8: *Achnanthes flexella* var. *alpestris* Brun. 9: *Achnanthes* cf. *dani* Foged, Epivalve. 10: *Achnanthes oestrupii* (Cl. E.) Hust. 11: *Achnanthes lanceolata* (Breb.) Grun. 12: *Cocconeis pseudothumensis* Reichardt. 13: *Achnanthes trinodis* (W.Sm.) Grun. 14: *Achnanthes minutissima* Kütz. 15: *Tabellaria flocculosa* (Roth.) Kütz. 16: *Diploneis oblongella* (Naeg.) Cl. E. 17: *Denticula tenuis* var. *crassula* (Naeg.) Hust.

Planche 2: 18: *Navicula scutelloides* W.Sm. 19: *Navicula schonfeldii* Hust. 20: *Navicula decussis* Oestrup. 21: *Navicula radiosa* Kütz. 22: *Navicula decussis* Oestrup. 21: *Navicula radiosa* Kütz. 22: *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot. 23: *Navicula viridula* (Kütz.) Ehr. 24: *Navicula menisculus* Schum. 25: *Achnanthes minutissima* Kütz. 26: *Navicula pupula* var. *capitata* f. *rostrata* Hust. 27: *Navicula diluviana* Krasske. 28: *Navicula concentrica* Carter. 29: *Navicula oblonga* Kütz. 30: *Navicula vulpina* Kütz.

Planche 3: 31: *Navicula pseudobryophila* Hust. 32: *Navicula rhyncocephala* Kütz. 33: *Navicula gottlandica* Grun. 34: *Navicula pupula* var. *nyassensis* (O.F. Müll.) Lange-Bertalot. 35: *Navicula elginensis* var. *cuneata* (M. Moll.) Lange-Bertalot. 36: *Navicula digitatoradiata* (Greg.) A. Sm. 37: *Navicula pseudoanglica* Lange-Bertalot. 38: *Navicula lanceolata* (C. Agardh) Ehr. 39: *Navicula tripunctata* (O.F. Müll.) Bory. 40: *Cymbella subaequalis* Grun. 41: *Navicula minuta* Grun. 45: *Navicula tuscula* (Ehr.) Grun. 46: *Amphora thumensis* (Mayer) Cl. E. 47: *Amphora inariensis* Krammer. 48: *Amphora pediculus* (Kütz.) Grun.

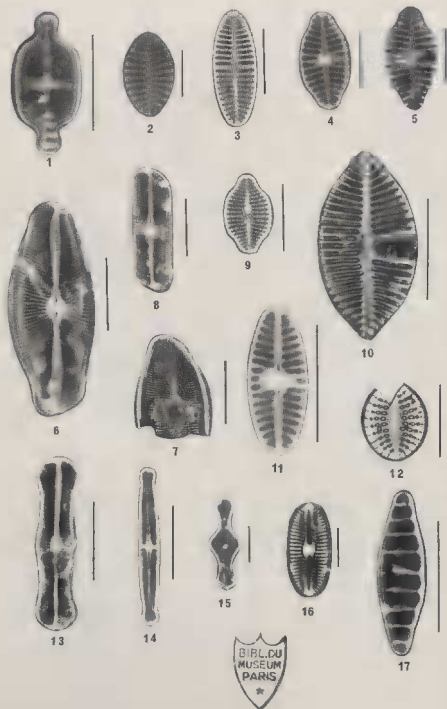
Planche 4: 49: *Amphora libyca* Ehr. 50: *Cymbella minuta* Hilse. 51: *Cymbella brehmii* Hust. 52: *Cymbella leptoceros* (Ehr.) Kütz. 53: *Cymbella cesatii* (Rabh.) Grun. 54: *Cymbella ehrenbergii* Kütz. 55: *Cymbella delicatula* Kütz. 56: *Cymbella helvetica* Kütz. 57 et 58: *Cymbella microcephala* Grun. 59: *Neidium* cf. *hercynicum* A. Mayer. 60: *Cymbella amphicephala* Naeg. in Kütz. 61: *Anomoeoneis vitrea* (Grun.) Ross. 62: *Caloneis branderii* (Hust.) Krammer. 63: *Cymbella subaequalis* Grun.

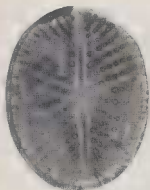
Planche 5: 64: *Caloneis silicula* (Ehr.) Cl. 65: *Achnanthes binodis* Ehr. 66: *Navicula diluviana* Krasske. 67: *Gomphonema olivaceum* (Horn.) Breb. 68: *Gomphonema angustum* Agardh. 69: *Neidium iridis* (Ehr.) Cl. 70: *Gomphonema truncatum* Ehr. 71: *Gomphonema acuminatum* Ehr. 72: *Gomphonema minutum* (C. Ag.) C. Agardh. 73: Détails des alvéoles de *Mastogloia muraldii* Voight. 74: *Mastogloia muraldii* Voight. 75: *Rhopalodia gibba* var. *paralela* (Grun.) H. & M. Per. 76: *Epithemia adnata* (Kütz.) Breb. 77: *Epithemia goepfertiana* Hilse. 78: *Epithemia sorex* Kütz.

Planche 6: 79: *Melosira ambigua* O. Müll. 80: *Fragilaria pinnata* Ehr. 81: *Fragilaria leptostauron* var. *dubia* Grun. 82: *Fragilaria construens* var. *venter* (Ehr.) Grun. 84: *Fragilaria tabulata* var. *truncata* (Grev.) Lange-Bertalot. 85 et 86: *Fragilaria lapponica* Grun. 87: *Synedra spathulifera* Grun. 88: *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* (Kütz.) Lange-Bertalot. 89: *Fragilaria parasitica* (W. Sm.) Grun. 90: *Fragilaria construens* (Ehr.) Grun. 91: *Fragilaria* cf. *virescens* var. *elliptica* Hust. 92:

Fragilaria brevistriata Grun. 95: *Fragilaria brevistriata* var. *elliptica* Herib. 98: *Eunotia praerupta* Ehr.

Planche 7: 99: *Cyclotella bodanica* var. *borealis* A. Cl. 100: *Cyclotella kuetzingiana* Thwaites. 101: *Cyclotella costei* Druart et Straub. 102: *Cyclotella plitvicensis* Hust. 103: *Stephanodiscus alpinus* Hust. 104: *Cyclotella* cf. *caspia* Grun. 105: *Cymbella caespitosa* (Hust.) Brun. 106: *Meridion circulare* Agardh. 107: *Denticula kuetzingii* Grun. 108: *Pinnularia major* (Kütz.) Cl. 109: *Navicula laevissima* Kütz. 110: *Nitzschia sinuata* var. *tabellaria* (Grun.) Grun. 111: ? 112: *Achnanthes hauckiana* Grun. 113: *Nitzschia* cf. *fonticola* Grun.





18



19



20



21



24



22



23



25



26



27



28

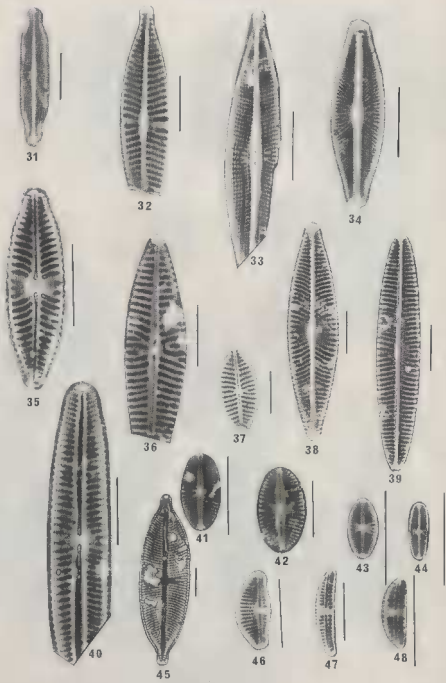


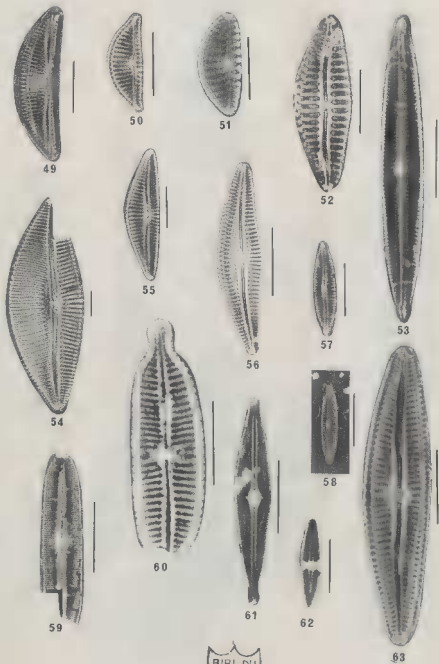
29

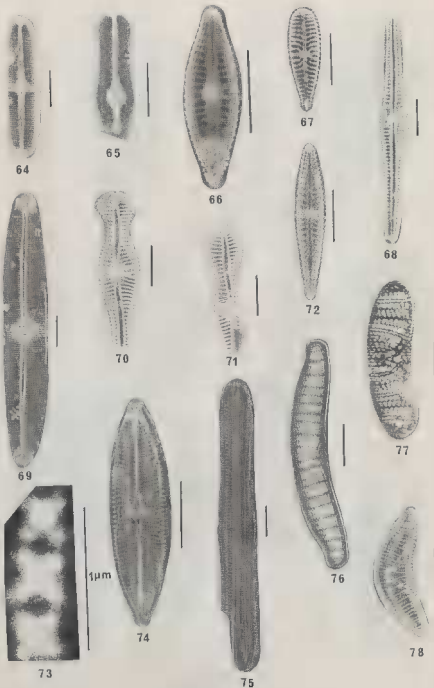


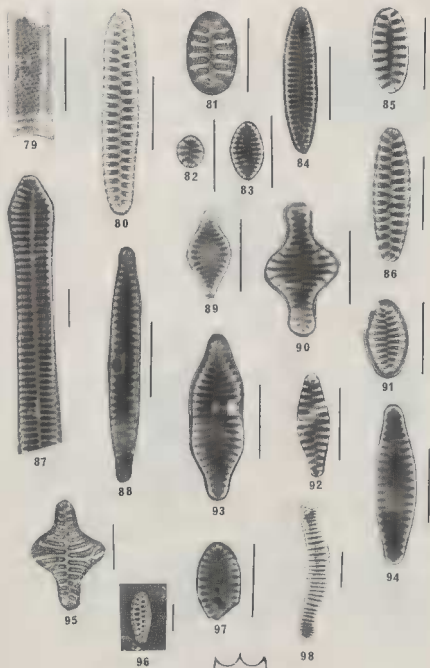
30













99



100



101



102



103



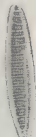
104



105



106



107



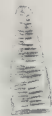
108



109



110



111



112



113